

**Redes y Sistemas Complejos (2016-2017)**  
GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA  
UNIVERSIDAD DE GRANADA

---

# Memoria Práctica 3

## Estudio Comparativo de Métodos para Poda y Visualización de Redes.

---

Braulio Vargas López  
DNI: 20079894C  
Correo: brauliovarlop@correo.ugr.es

27 de noviembre de 2016

# ÍNDICE

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. Poda y Visualización</b>  | <b>1</b> |
| 1.1. Visualizaciones de las Redes . . . . .                                       | 2        |
| <b>2. Análisis de eficiencia de las variantes del algoritmo <i>Pathfinder</i></b> | <b>5</b> |

## 1. PODA Y VISUALIZACIÓN

En esta primera parte del guión, vamos a realizar un análisis de diez de las veinte redes disponibles, podando cada una de las redes con la versión *BinaryPathfinder* del algoritmo. Las diez redes escogidas son:

1. France-2002
2. Germany-2002
3. Japan-2002
4. Spain-1996
5. Spain-1998
6. Spain-2002
7. Spain-2004
8. United\_Kingdom-2002
9. United\_States-2002
10. World

La razón de coger estas redes es por el hecho de poder ver la evolución de la producción científica en España a lo largo de ocho años, y poder compararlas con otros países durante el año 2002. Además, de poder ver la producción científica a nivel mundial en la última red. A continuación, podemos ver los resultados obtenidos aplicando el algoritmo a cada uno de las redes seleccionadas:

| France-2002  |          |            | Germany-2002 |          |            |
|--------------|----------|------------|--------------|----------|------------|
| n=267        | <i>L</i> | <i>D</i>   | n=269        | <i>L</i> | <i>D</i>   |
| Red original | 23986    | 0.675453   | Red original | 25395    | 0.704516   |
| 2            | 312      | 0.00878601 | 2            | 313      | 0.00868335 |
| 3            | 275      | 0.00774408 | 3            | 277      | 0.00768463 |
| 4            | 271      | 0.00763144 | 4            | 272      | 0.00754591 |
| 5            | 270      | 0.00760328 | 5            | 270      | 0.00749043 |
| 266          | 268      | 0.00754696 | 268          | 269      | 0.00746269 |

Tabla 1.1: Tablas para las redes de France-2002.net y Germany-2002.net

| Japan-2002   |          |            | Spain-1996   |          |           |
|--------------|----------|------------|--------------|----------|-----------|
| n=265        | <i>L</i> | <i>D</i>   | n=243        | <i>L</i> | <i>D</i>  |
| Red original | 21754    | 0.621898   | Red original | 5967     | 0.202938  |
| 2            | 316      | 0.00903373 | 2            | 394      | 0.0134    |
| 3            | 279      | 0.00797599 | 3            | 313      | 0.0106452 |
| 4            | 269      | 0.00769011 | 4            | 303      | 0.0103051 |
| 5            | 267      | 0.00763293 | 5            | 300      | 0.010203  |
| 264          | 267      | 0.00763293 | 242          | 300      | 0.010203  |

Tabla 1.2: Tablas para las redes Japan-2002.net y Spain-1996.net

| Spain-1998   |       |            | Spain-2002   |       |            |
|--------------|-------|------------|--------------|-------|------------|
| n=258        | $L$   | $D$        | n=264        | $L$   | $D$        |
| Red original | 12971 | 0.391247   | Red original | 21807 | 0.628154   |
| 2            | 320   | 0.00965222 | 2            | 320   | 0.00921765 |
| 3            | 279   | 0.00841553 | 3            | 274   | 0.00789261 |
| 4            | 267   | 0.00805357 | 4            | 265   | 0.00763337 |
| 5            | 267   | 0.00805357 | 5            | 263   | 0.00757576 |
| 257          | 267   | 0.00805357 | 263          | 263   | 0.00757576 |

Tabla 1.3: Tablas para las redes *Spain-1998.net* y *Spain-2002.net*.

| Spain-2004   |       |            | United_Kingdom-2002 |       |            |
|--------------|-------|------------|---------------------|-------|------------|
| (n=269)      | $L$   | $D$        | (n=276)             | $L$   | $D$        |
| Red original | 24991 | 0.693309   | Red original        | 28707 | 0.756443   |
| 2            | 332   | 0.00921045 | 2                   | 326   | 0.00859025 |
| 3            | 280   | 0.00776785 | 3                   | 288   | 0.00758893 |
| 4            | 272   | 0.00754591 | 4                   | 280   | 0.00737813 |
| 5            | 271   | 0.00751817 | 5                   | 279   | 0.00735178 |
| 268          | 270   | 0.00749043 | 275                 | 276   | 0.00727273 |

Tabla 1.4: Tablas para las redes *Spain-2004.net* y *United\_Kingdom-2002.net*.

| United_States-2002 |       |            | World.net    |       |            |
|--------------------|-------|------------|--------------|-------|------------|
| (n=276)            | $L$   | $D$        | (n=218)      | $L$   | $D$        |
| Red original       | 31292 | 0.824559   | Red original | 20154 | 0.85207    |
| 2                  | 314   | 0.00827404 | 2            | 280   | 0.0118378  |
| 3                  | 287   | 0.00756258 | 3            | 233   | 0.00985076 |
| 4                  | 279   | 0.00735178 | 4            | 223   | 0.00942798 |
| 5                  | 277   | 0.00729908 | 5            | 220   | 0.00930115 |
| 275                | 275   | 0.00724638 | 217          | 217   | 0.00917431 |

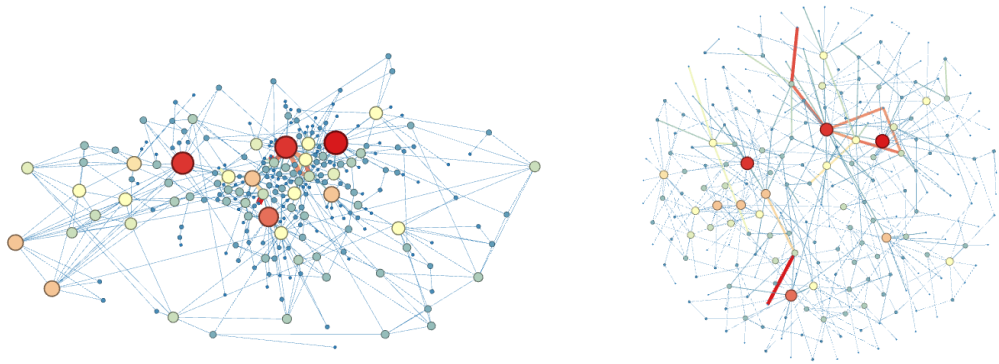
Tabla 1.5: Tabla para las redes *United\_States-2002.net* y *World.net*.

Como podemos ver en las tablas anteriores, los resultados para todas las redes son parecidos. Con  $n = 2$ , el algoritmo poda una gran cantidad de enlaces en todas las redes, lo que hace bajar muchísimo la densidad de la red. Por ejemplo, en la [Tabla 1](#), para la red *France-2002.net* podemos ver cómo la red original tenía 23986 enlaces y una densidad  $D \approx 0,7$ , pasa a tener con 312 enlaces y una densidad de  $D \approx 0,009$ , unas 77 veces menor aproximadamente. Además de esto, en todas las redes se da el mismo suceso y es que el número de enlaces para  $n = 5$  y  $n = \infty$  es prácticamente igual, o hay casos en los que es igual, como se puede ver en las tablas [Tabla 1](#). Esto se debe a que el algoritmo, a partir de este punto, no puede podar más.

### 1.1. VISUALIZACIONES DE LAS REDES

Las redes que vamos a visualizar son las redes de *Spain-1996.net* y *Spain-2004.net*. A continuación, podremos ver las distintas visualizaciones para los algoritmos **Frucherman & Reingold** y **Kamada & Kawai**. Además de esto, servirá para ver la evolución científica en España tras 8 años.

En ambas redes, podremos ver de color más rojo y más grande los nodos que más grado tienen. De igual manera pasa con los enlaces de la red. Serán de mayor grosor y más rojos cuanto mayor sea el peso del enlace.

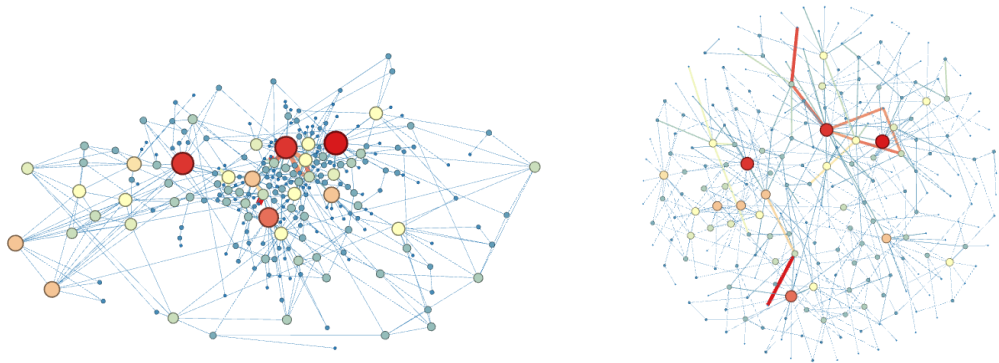


(a) Distribución de nodos con Kamada & Kawai.

(b) Distribución de nodos con Frutcherman & Reingold.

Figura 1.1: Kamada & Kawai y Frutcherman & Reingold para la red Spain-1996 con  $q = 2$ .

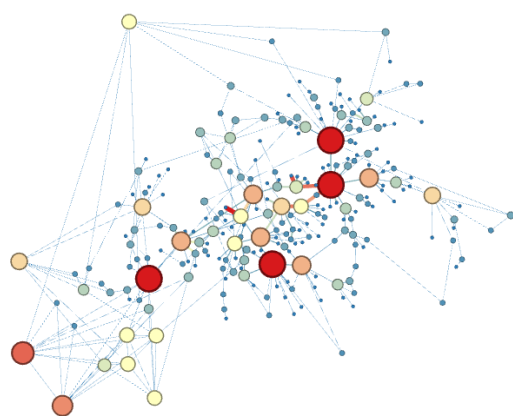
En la [Figura 2\(a\)](#) podemos ver como el algoritmo Kamada & Kawai hace una distribución “similar” a un plano de metro, donde podemos ver de forma más clara, la distribución de la producción científica del país. En los nodos centrales (si el tamaño permitiera ver bien las etiquetas), podemos ver que los nodos más importantes son la medicina y la bioquímica, lléndose hacia la izquierda ramas científicas como la ingeniería, matemática aplicada... Sin embargo, Frutcherman & Reingold ([Figura 2\(b\)](#)) realiza una distribución circular, donde es más difícil interpretar los datos, ya que todos quedan más o menos a la misma distancia, cosa que con Kamada & Kawai no pasa, ya que aleja los nodos que menos relación tienen entre sí.



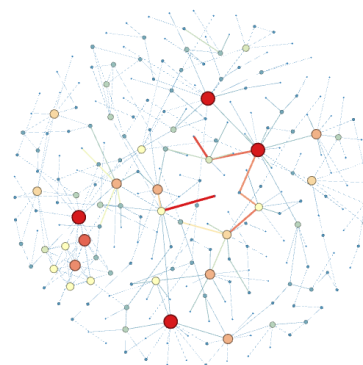
(a) Distribución de nodos con Kamada & Kawai.

(b) Distribución de nodos con Frutcherman & Reingold.

Figura 1.2: Kamada & Kawai y Frutcherman & Reingold para la red Spain-1996 con  $q = 2$ .

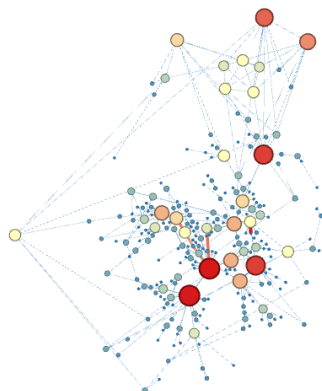


(a) Distribución de nodos con Kamada & Kawai.

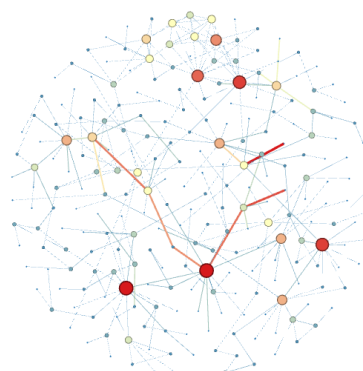


(b) Distribución de nodos con Fruchterman & Reingold.

Figura 1.3: Kamada & Kawai y Fruchterman & Reingold para la red Spain-1996 con  $q = 3$ .

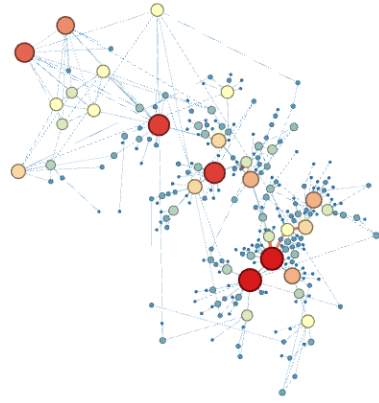


(a) Distribución de nodos con Kamada & Kawai.

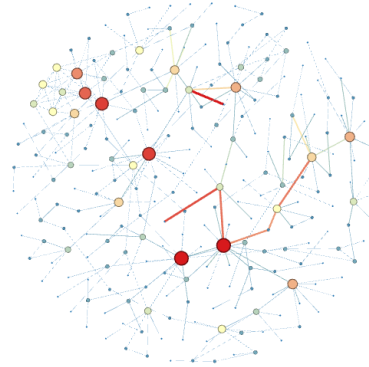


(b) Distribución de nodos con Fruchterman & Reingold.

Figura 1.4: Kamada & Kawai y Fruchterman & Reingold para la red Spain-1996 con  $q = 4$ .



(a) Distribución de nodos con Kamada & Kawai.



(b) Distribución de nodos con Fruchterman & Reingold.

Figura 1.5: Kamada & Kawai y Fruchterman & Reingold para la red Spain-1996 con  $q = n - 1$ .

Como se puede ver en cada una de las imágenes podemos ver cómo, para este tipo de red, el algoritmo Kamada & Kawai realiza una mejor visualización que Fruchterman & Reingold, dejando más alejadas las materias que no tienen relación entre sí, y más cercanas las que sí tienen relación, mientras que Fruchterman & Reingold, realiza una visualización circular, al querer dejar los enlaces con la misma longitud.

## 2. ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LAS VARIANTES DEL ALGORITMO *Pathfinder*